

## 实验四 图像复原实验

### 一、 实验目的

1. 了解图像降质/复原处理的模型。
2. 了解估计降质函数的基本原理。
3. 掌握降质图像中常见噪声模型及参数估计方法、基本原理、实现步骤。
4. 加深对几种常用的图像复原方法的理解。

### 二、 实验原理

1. 图像复原的一般过程为：



2. 复原方法

对于线性移不变系统，在空域中图像降质过程通常建模为卷积形式，若已知点扩散函数和加性噪声，就很容易反解出原图像函数。由于在空域中直接复原存在大规模计算问题，所以复原一般通过对图像进行傅里叶变换后，在频域中进行图像复原。

- (1) 无约束复原——维纳滤波(最小均方误差)

维纳滤波也称为最小二乘滤波，它是使原始图像与其恢复图像之间的均方误差最小的复原方法。对图像进行维纳滤波主要是为了消除图像中存在的噪声。

- (2) 约束复原——平滑约束复原(约束最小平方滤波)

约束最小平方滤波是一种比较容易实现的线性复原方法，约束复原除要求了解关于降质系统的传递函数之外，还需要知道某些噪声的统计特性或噪声与图像的某些相关情况。

- (3) 自适应中值滤波

设  $f(x; y)$  表示输入图像在像素  $(x; y)$  处的灰度值， $g(x; y)$  表示输出图像在像素  $(x; y)$  处的灰度值， $S_{xy}$  表示中心在像素  $(x; y)$  处的邻域像素集合， $Z_{min}$ 、 $Z_{max}$  和  $Z_{med}$  分别表示邻域像素集合  $S_{xy}$  中的最小灰度值、最大灰度值和中间灰度值， $S_{max}$  表示允许的最大模板尺寸。

自适应中值滤波包括两个阶段：阶段A和阶段B，具体的执行过程如下：

阶段A:  $A_1 = Z_{med} \mid Z_{min}$ ;

$$A_2 = Z_{\text{med}} \text{ 且 } Z_{\text{max}};$$

若  $A_1 > 0$  且  $A_2 < 0$ , 则转到阶段B, 否则, 增大模板的尺寸;

若模板的尺寸  $\leq S_{\text{max}}$ , 则重复执行阶段A, 否则, 输出  $g(x; y) = Z_{\text{med}}$ 。

阶段B:  $B_1 = f(x; y) \text{ 且 } Z_{\text{min}};$

$$B_2 = f(x; y) \text{ 且 } Z_{\text{max}};$$

若  $B_1 > 0$  且  $B_2 < 0$ , 则输出  $g(x; y) = f(x; y)$ , 否则, 输出  $g(x; y) = Z_{\text{med}}$ 。

一幅质量改进或退化的图像可以近似地用方程  $g=Hf+n$  表示, 其中  $g$  为图像,  $H$  为变形算子, 又称点扩散函数 (PSF),  $f$  为原始的真实图像,  $n$  为附加噪声, 它在图像捕获过程中产生并且使图像质量下降。

Matlab 工具中有 4 个图像恢复函数:

**deconvwnr:** 用 Wiener 滤波器实现图像恢复

**deconvreg:** 用 regularized 滤波器实现图像恢复

**deconvlucy:** 用 Lucy-Richardson 算法实现图像恢复

**deconvblind:** 用 Blind 去卷积算法实现图像恢复

这 4 个函数都将 PSF 和模糊图像作为主要变量。

### 三、 实验内容与要求

要求完成以下实验。以下函数说明以 MATLAB 为例。

1. 读入选择图像库中一幅灰度图像, 对图像用 “motion” 及 “disk” 类型进行模糊降质 (使用函数 `fspecial` 和 `imfilter`), 显示模糊前后的图像。修改参数改变模糊程度。

2. 对运动模糊图像依次添加椒盐噪声、高斯噪声、均匀分布噪声, 得到有噪声的运动模糊图像, 观察图像的变化。

3. 编写自适应中值滤波 `adpmedfilt(g, Smax)`, 分析自适应中值滤波的优点。

4. 对题目 1 中得到的无噪声运动模糊图像采用逆滤波 (`deconvwnr`) 的方法复原, 显示复原后的图像。

5. 对题目 2 中的图像依次用均值滤波, 中值滤波、自适应中值滤波和基于局部区域统计特征的自适应滤波方法 (`wiener2`) 对噪声图像进行处理, 并比较处理后的结果。通过比较总结出自适应滤波的优势和适用的滤波场合。

6. 对题目 2 中得到的有噪声运动模糊图像采用维纳滤波(deconvwnr), 分别用点扩散函数、NSR、NCORR 和 ICORR 为参数的函数复原, 显示复原后的图像, 显示并对比恢复结果。

7. 在实际应用过程中, 常常无法准确得知噪声图像和理想图像的功率谱, 试着用常数 K 来代替 NSR, 并通过实验观察不同 K 对图像复原效果的影响。

#### 四、思考题

请在实验报告最后进行简答:

- (1) 逆滤波复原的基本原理是什么?
- (2) 自适应中值滤波的优点有哪些?
- (3) 比较几类常见的噪声的特点。

#### 五、实验报告要求

请同学们完成上述实验: 描述实验的基本步骤, 用数据和图片给出各个步骤中取得的实验结果和源代码, 并进行必要的讨论, 必须包括原始图像及其计算/处理后的图像以及相应的解释。